

Sampo Vuokkiniemi

Ohjeistus turvallisesta sähkötyöskentelystä

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Sähkötekniikan koulutusohjelma

Insinöörityö

7.4.2014

Tekijä Otsikko	Sampo Vuokkiniemi Ohjeistus turvallisesta sähkötyöskentelystä
Sivumäärä Aika	23 sivua + 4 liitettä 7.4.2014
Tutkinto	insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	sähkötekniikan koulutusohjelma
Suuntautumisvaihtoehto	sähkövoimatekniikka
Ohjaajat	sähkötyönjohtaja Tommi Talvitie lehtori Tuomo Heikkinen
<p>Insinöörityönä on laadittu toimeksiantajalle Rexam Oy:lle sähkötyöturvallisuusohjeistus yrityksen Mäntsälän tehtaalle. Tavoitteena oli luoda ohjeistus, jossa käsiteltäisiin turvallisen sähkötyöskentelyn perusteita ja esiteltäisiin tehtaalla käytössä olevaa sähköjakelujärjestelmää. Ohjeistusta käytettäisiin uusien ja nykyisten työntekijöiden perehdyttämiseen.</p> <p>Yleisen sähkötyöturvallisuuden osalta ohjeistus noudattaa standardia SFS 6002. Tehtaan sähköjakelujärjestelmässä perehdyttiin käytössä oleviin keskuksiin ja päämuuntajiin. Huoltoa varten päämuuntajista ja -keskuksista tehtiin kytkentäsuunnitelmat. Lisäksi kartoitettiin keskusten rakennetta ja keskuksissa olevia riskejä.</p> <p>Valmis ohjeistus tarjoaa kattavat tiedot turvallisista sähkötyöskentelykäytännöistä. Ohjeistuksen avulla käytössä oleva jakelujärjestelmä on helppo oppia tuntemaan, ja toiminta eri tilanteissa selkeytyy. Ohjeistuksen päivittäminen voi tulla ajankohtaiseksi tehtaalla tapahtuvien muutosten tai sähkötöitä koskevien säädösten muuttuessa.</p>	
Avainsanat	sähkötyöturvallisuus, jakelukeskus, huolto, kytkentäsuunnitelma, sähkötyöskentely

Author Title	Sampo Vuokkiniemi Guide for safe electrical working
Number of Pages Date	23 pages + 4 appendices 7 April 2014
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Electrical Engineering
Specialisation option	Power engineering
Instructors	Tommi Talvitie, Electrical Foreman Tuomo Heikkinen, Senior Lecturer
<p>The purpose of this thesis was to create electrical safety instructions for Rexam Oy to be used in factory located in Mäntsälä. The objective was to create a guide that would teach basics in electrical safety and explain the structure of the used electrical distribution system. The guide would help current and new employees to familiarize themselves with the used distribution system.</p> <p>As regards general electrical safety instructions are based on standard SFS 6002. The focus in the factory's distribution system was in electricity switchgears and main power transformers. To help in maintenance, right settings for power transformers and main switchgears were listed. Additionally different switchgear structures and risks were surveyed.</p> <p>The finished guide provides comprehensive information about electrical safety practices. The guide helps to understand the used distribution system and operation in different situations become clearer. Updating the guide may be needed, if there are changes in the factory's distribution network or in legislation.</p>	
Keywords	electrical safety, switchgear, maintenance, preparations, electrical work

Sisällys

Tiivistelmä

Abstract

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Sähkötöitä ja -turvallisuutta koskeva lainsäädäntö	1
3	Turvallinen sähkötyöskentely	2
3.1	Vastuuhenkilöt sähkötöissä	2
3.2	Työkalut sähkötöissä	4
3.3	Työkohteen jännitteettömäksi teko	4
3.3.1	Jännitteiden poiskytkentä	5
3.3.2	Lukitukset jännitteiden kytkemisen estämiseksi	5
3.3.3	Jännitteettömyyden toteaminen	7
3.3.4	Työmaadoitus	8
3.4	Jännitetyö	8
3.5	Sähkötapaturma	10
4	Sähköjakelujärjestelmän esittely	11
4.1	Sähköjakelujärjestelmän rakenne	11
4.2	Keskuksissa käytettyjen johtimien värvitys	12
4.3	Keskuksissa käytetyt katkaisijat	12
4.4	Kompensointiparistot	15
4.5	Huoltokiskosilta	15
4.6	Keskuksissa olevat erityiset riskit	15
5	Kytkenäsuunnitelmat eri tilanteisiin	17
5.1	Jakelumuuntajan huolto	17
5.2	Pääkeskuksen huolto	18
5.3	Muiden jakokeskusten ja kulutuskojeiden huolto	18
5.4	Siirrettävän työmaadoituslaitteen kytkentä	19
6	Yhteenveto	21
	Lähteet	23

Liitteet

Liite 1. Elvytys sähkötapaturman jälkeen

Liite 2. Tehtaan jakelukaavio

Liite 3. Tarkistuslista päämuuntajan huoltoon

Liite 4. Tarkistuslista pääkeskuksen huoltoon

Lyhenteet

CAT	Mittarikategoria. Käytetään luokiteltaessa sähköjärjestelmien mittaamiseen tarkoitettuja mittareita.
CENELEC	Comité Européen de Normalisation Électrotechnique. Eurooppalainen sähköalan standardisoimisjärjestö.
IEC	International Electrotechnical Commission. Kansainvälinen sähköalan standardointiorganisaatio.
KTM	Kauppa- ja teollisuusministeriö. Vuoden 2008 alusta Työ- ja elinkeinoministeriö (TEM).
KTMp	Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös.
SESKO	Suomen sähköteknillinen standardisoimisyhdistys. Suomen sähkö- ja elektroniikka-alan kansallinen standardisoimisjärjestö.
SFS	Suomen Standardisoimisliitto SFS ry. Suomalainen standardisoinnin keskusjärjestö.
SFS-EN	Tunnusyhdistelmä, joka tarkoittaa saman standardin olevan voimassa sekä Suomessa että Euroopassa.
TUKES	Turvallisuus- ja kemikaalivirasto. Aiemmin turvatekniikan keskus.

1 Johdanto

Tässä insinöörityössä käsitellään ohjeistusta, joka on tarkoitettu käytettäväksi Rexam Oy -yrityksessä. Ohjeistuksessa kuvatut tilat ja toimintatavat koskevat yrityksen Mäntsälän tehdasta. Ohjeistuksen tarkoitus on perehdyttää lukija sähköturvallisiin työskentelytapoihin. Ohjeistus perustuu yleisen sähkötyöturvallisuuden osalta standardiin SFS 6002.

Työssä esitellään ohjeistus, joka opastaa toimimaan oikein eri tilanteissa ja tutustuttaa käytössä olevaan sähkönjakelujärjestelmään ja sen eri komponentteihin. Sähkönjakelujärjestelmän valmistelu huoltoa varten käydään läpi jakelujärjestelmän päämuuntajien, pääkeskusten ja nousukeskusten osalta.

2 Sähkötöitä ja -turvallisuutta koskeva lainsäädäntö

Sähköturvallisuutta koskevat määräykset ja asetukset perustuvat sähköturvallisuuslakiin. Sähköturvallisuuslaissa ja asetuksissa esitettyjen turvallisuusvaatimusten katsotaan täyttyvän, kun noudatetaan TUKES:in vahvistamia standardeja ja vastaavia julkaisuja. Säädösten noudattamista valvoo TUKES [1, 25 §]. Standardit ovat virallisten standardointielimien vahvistamia teknisiä eritelmiä. Suomessa sähköalaa koskevia standardeja tuottaa esimerkiksi SESKO ry ja Suomen Standardisoimisliitto SFS ry. SFS ry julkaisee toimialayhteisöidensä, joihin myös SESKO ry kuuluu, valmistelemia standardeja. TUKES vahvistaa turvallisuusvaatimuksia vastaavien standardien luettelon ja pitää luetteloa saatavilla [2, 29 j §].

TUKES voi sähkölain perusteella antaa myös säännöksiä ja määräyksiä yhtenäistäviä ohjeita [1, 56 §]. Sähköasennuksia ja sähköturvallisuutta koskevat vaatimukset esitettiin ennen Sähkötarkastuskeskuksen julkaisuissa, mutta nykyään on siirrytty kokonaan noudattamaan SFS-standardeja, joista useimmat perustuvat vastaaviin eurooppalaisiin CENELEC- tai kansainvälisiin IEC-standardeihin.

Tämän työn kannalta oleelliset SFS-standardit ovat:

- SFS 6000 Pienjänniteasennukset (standardisarja)
- SFS 6001 Suurjänniteasennukset
- SFS 6002 Sähkötyöturvallisuus.

Täysi luettelo standardeista, jotka koskevat sähkölaitteistojen rakennetta ja sähköturvallisuutta, on Tukes-ohjeessa S10. Yleensä S10 uusitaan vuosittain. Tämän ohjeistuksen kirjoitushetkellä (maaliskuussa 2014) voimassa oleva ohje on S10-2012.

SFS 6002 standardi pohjautuu laajalti kauppa- ja teollisuusministeriön päätökseen sähköalan töistä (516/1996). Päätös pitää sisällään pykälän 5, jossa määrätään sähkötöiden- ja käytön johtajan velvollisuuksista. Päätöksen muutos 1194/1999 käsittelee sähkötyöturvallisuutta. Muutos on kirjattu päätökseen pykälän 29 a - k alakohtina. TUKES on julkaissut ohjeen S4, jossa annetaan täydentäviä ohjeita sähkötöitä ja -turvallisuutta koskevien lakien, asetusten ja päätösten osalta. Kirjoitushetkellä (maaliskuussa 2014) voimassa oleva ohje on S4-2011.

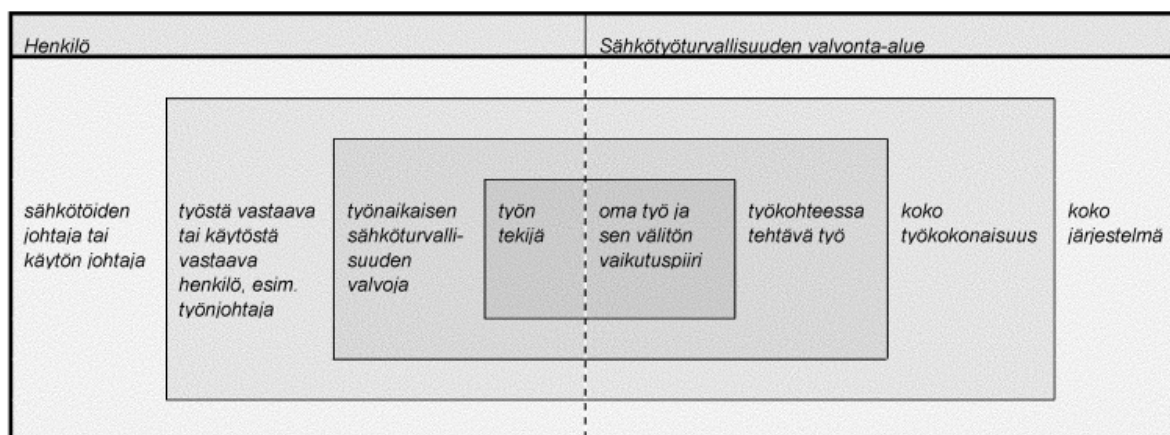
3 Turvallinen sähkötyöskentely

3.1 Vastuuhenkilöt sähkötöissä

KTMp 516/1996 mukaan sähkötöistä vastaa toiminnanharjoittajan nimeämä sähkötöiden johtaja. Työnaikaisena sähköturvallisuuden valvojana toimii sähköalan ammattihenkilö, joka voi osallistua työhön ryhmässä tai tehdä sen kokonaan itse [3, s. 9]. Ammattihenkilöllä tulee olla työhön soveltuva koulutus ja riittävästi kokemusta, jotta hän pystyy arvioimaan riskit ja tuntee sähköstä aiheutuvat vaarat.

Ennen sähkötöiden aloitusta tulee suunnitella aiotun sähkötyön suoritus. Työnaikainen sähkötyöturvallisuuden valvoja voi päättää työn aloittamisesta ja lopettamisesta, kun työ ja kohteena oleva laitteisto on helposti hallittavia. Myös kunnossapitotöissä, joissa noudatetaan ennalta sovittuja menettelyjä, työnaikainen sähkötyöturvallisuuden valvoja päättää työn aloittamisesta ja lopettamisesta [3, s. 18]. Muissa kuin edellä mainituissa töissä luvan työn aloittamiselle antaa sähkölaitteiston käytöstä vastaava henkilö.

Sähköturvallisuudesta vastaavien henkilöiden vastualueiden jakautuminen esitetään kuvassa 1.



Kuva 1. Eri henkilöiden sähköturvallisuuden valvonta-alueet [3, s. 45]

Työnaikaisen sähköturvallisuuden valvojan tulee olla nimetty aina, kun suunnitellussa työssä voi esiintyä sähköiskun tai valokaaren mahdollisuus. Työnaikaisen sähköturvallisuuden valvojan tulee itse olla aina työkohteessa valvomassa turvallisuutta [4, s. 11].

Työskenneltäessä ryhmässä tulee ryhmän jäsenillä olla selvillä, kuka vastaa työnaikaisesta sähköturvallisuudesta. Ryhmätyöskentelyä varten on kirjallinen pysyväisohje, jonka mukaan yksi kulloisenkin ryhmän jäsenistä määräytyy työnaikaiseksi sähköturvallisuuden valvojaksi. Jos ryhmän työnaikaista sähköturvallisuutta valvova henkilö joutuu poistumaan työkohteesta, vastuu siirtyy pysyväisohjeen mukaisesti seuraavalle henkilölle.

Yksittäinen työntekijä on aina vastuussa omasta työskentelystä. Tehtäessä sähkötöitä yksin henkilö toimii itse työnaikaisena sähköturvallisuuden valvojana [3, s. 45]. Työnaikaisena sähköturvallisuuden valvojana henkilö on muun muassa vastuussa työkohteen jännitteettömäksi saattamisesta ja varmistamisesta. Valvoja vastaa työkohteen tarkistuksesta ennen jännitteiden palautusta.

Työntekijän on välittömästi ilmoitettava työnantajalle laitteistoissa, koneissa ja työkaluissa havaitsemistaan vaaroista ja vioista työturvallisuuslain mukaan [5, 19 §]. Sähkölaitteiston haltija on vastuussa siitä, että havaitut puutteet ja viat poistetaan riittävän

nopeasti [6, 10 §]. Jos työntekijä havaitsee työstä aiheutuvan vaaraa omalle tai muiden turvallisuudelle, hän on työturvallisuuslain mukaisesti oikeutettu pidättäytymään työn teosta. Ilmoitus työstä pidättäytymisestä on tehtävä työnantajalle mahdollisimman pian [5, 23 §].

3.2 Työkalut sähkötöissä

Sähkötöitä tehtäessä tehtaalla käytetään ruuvitalttoina eristettyjä jännitetyöhyväksytyjä malleja, vaikka työ ei varsinaisesti olisikaan jännitetyötä. Esimerkiksi kiristettäessä kosketussuojattuja riviliittimiä tulee käyttää JT-työkaluja. Pienjännitteelle hyväksytyissä työkaluissa on oltava merkintä standardin SFS-EN 60900 täyttymisestä. Lisäksi jännite-työkaluihin on laitettu kaksoiskolmiomerkki ja jännite, jolle työkalu soveltuu.

Jännitetöissä tulee aina käyttää eristettyjä työkaluja. Lisäksi on käytettävä standardin SFS-EN 60903 täyttäviä eristäviä jännitetyökäsineitä. Jos kohteen oikosulkuvirta on niin suuri, että se aiheuttaa vaaraa, on tällöin käytettävä lisäksi kasvosuojainta [3, s. 49].

Ennen mittausten suorittamista tulee mittalaitteen toiminta varmistaa. Mittalaitteiden tulee olla vähintään CAT III -luokituksen mukaisia [4, s. 29]. Jos mittauksia joudutaan tekemään kosketussuojaamattomissa laitteistoissa tai lähellä paljaita jännitteisiä osia, tällöin tulee käyttää jännitetyökäsineitä sähköiskun välttämiseksi.

Työkalujen, suojavälineiden ja mittalaitteiden kuntoon tulee kiinnittää huomiota ja viallisiksi havaittujen välineiden käyttö on lopetettava.

3.3 Työkohteen jännitteettömäksi teko

Toimittaessa järjestyksessä ohjeiden mukaan pystytään varmistumaan työkohteen jännitteettömyydestä koko työn ajan. Samalla varmistutaan, ettei työkohteeseen tule yllättäen uudelleen jännitteiseksi. (Ks. 3.3.1 - 3.3.4.)

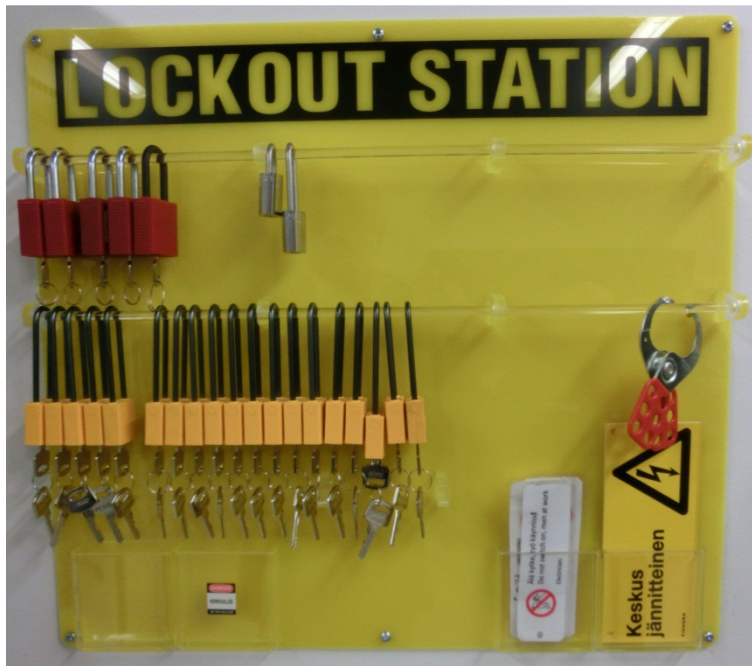
Työn päätyttyä suojalaitteet ja kilvet tulee poistaa työkohteesta ulospäin edeten. Työkohtetta pidetään jännitteisenä heti, kun jokin sen turvallisesti saattamiseen käytetty suojalaite on poistettu.

3.3.1 Jännitteiden poiskytkeä

Ennen työskentelyn aloitusta on työskentelykohde tehtävä jännitteettömäksi. Sähkölaitteisto tulee erottaa kaikista syötöistä siten, että erotus on luotettava sähköisesti. Työkohteeseen tehdään jännitteettömäksi käyttämällä erotinta, erotuskytkintä tai poistamalla sulakkeet. Tehtaalla on käytössä pääasiassa kahdentyyppisiä katkaisijoita, joilla työkohteen täydellinen sähköinen erotus voidaan tehdä (ks. 4.2). Täydellisellä erotuksella tarkoitetaan kaikkien työkohteen syöttöjen pois kytkemistä.

3.3.2 Lukitukset jännitteiden kytkemisen estämiseksi

Lukituksilla estetään jännitteiden uudelleen kytkeminen työkohteeseen, kun työ on vielä kesken. Katkaisijoiden ja kytkimien lukitsemiseen käytetään lukkoja, joiden avaimet tulee olla ainoastaan sähköpätevyyden omaavien henkilöiden hallussa. Lisäksi tulee käyttää kieltokilpeä, josta käy ilmi keskeneräinen työ ja kielletään jännitteiden uudelleen kytkentä. Kilpeen tulee myös kirjoittaa kiinnittäjän nimi ja kiinnityspäivämäärä [3, s. 20]. Kuvassa 2 (ks. seur. s.) esitetään lukkojen säilytyspaikka.



Kuva 2. Lukkojensäilytyspaikka

Jos työkohteena olevassa keskuksessa työskentelee useita henkilöitä tai ryhmiä, joiden työt eivät liity toisiinsa, tai työt voivat valmistua eriaikaan, jokaisen ryhmän tai henkilön on kiinnitettävä oma lukko. Lukkojen kiinnityksessä voidaan käyttää apuvälinettä, jolla usean lukon kiinnitys on mahdollista. Kuvassa 3 (ks. seur. s.) keskuksen pääkytkin on lukittu useilla lukkoilla.



Kuva 3. Kytkimen lukitseminen useilla lukoilla

Eri työvaiheiden valmistuessa voi jokainen henkilö tai ryhmä poistaa kiinnittämänsä lukon. Työkohte pysyy tällöin koko ajan lukittuna, ja näin ollen työskentelemään jäävien henkilöiden turvallisuus ei vaarannu.

3.3.3 Jännitteettömyyden toteaminen

Jännitteettömyys tulee tarkistaa aina, kun työskentely aloitetaan kojeistossa, jossa on suoritettu jännitteiden poiskytkentä. Ennen mittauksia on muistettava tarkistaa mittajoh-tojen kunto ja mittalaitteen toiminta. Induktiolla toimiva jännitteenilmais-in ei ole luotetta-va mittalaite, eikä sitä saa käyttää jännitteettömyyden toteamiseen.

Jännitteettömyys todetaan mittaamalla jännite työkohteena olevan kojeiston kaikista navoista. Jos työskentely keskeytyy ja työkohteesta poistutaan siten, että työkohte jää valvomatta, jännitteettömyys tulee varmistaa ennen töiden jatkamista. Työmaadoitettua laitteistoa pidetään jännitteettömänä ja jännitteettömyyttä ei tarvitse tarkistaa uudelleen

töiden keskeytymisen jälkeen. Osassa keskuksia on kiinteästi asennetut jännitteenilmaisimet, mutta jännitteettömyys tulee varmistaa näissäkin keskuksissa erikseen mitaamalla.

3.3.4 Työmaadoitus

Työmaadoituksen tarkoitus on ehkäistä jännitteiden nousua työkohteessa virheellisen toiminnan tai vikatilanteen johdosta. Ennen työmaadoituksen asentamista tulee tarkistaa työkohteen jännitteettömyys.

Työskenneltäessä suurjännitelaitteistoissa kaikki työskentelyn kohteena olevat osat tulee työmaadoittaa. Työmaadoitus tulee tehdä pienjännitteellä, kun kojeiston nimellisvirta on yli 1 000 A. Jos mahdollista, kojeisto tulee maadoittaa kiinteästi asennetulla maadoituskytkimellä. Kiinteän maadoituskytkimen puuttuessa pienjännitelaitteisto maadoitetaan kytkemällä ensin työmaadoitus maadoituspisteeseen tai suojajohtimeen, minkä jälkeen vaihejohtimet kytketään yhteen työmaadoituslaitteella (ks. 5.4).

Työmaadoituksen kiinnipysyminen työn aikana on varmistettava luotettavalla kiinnityksellä. Työmaadoitus tulisi ensisijaisesti kytkeä siten, että se näkyy työkohteesta. Jos työmaadoituksen kytkeminen näkyville ei ole mahdollista, työmaadoitus tulee kytkeä mahdollisimman lähelle työkohdetta.

3.4 Jännitetyö

Jännitetyöllä tarkoitetaan työskentelyä, joka tapahtuu esimerkiksi kojeistossa, josta ei ole kytketty jännitteitä pois. Kun työntekijä koskettaa tarkoituksella jännitteisiin osiin tai ulottuu jännitetyöalueelle, jos jännite on 1 kV tai alle, jännitetyön etäisyys on 0,2 m [3, s. 46]. Jännitetyöt edellyttävät työhön tarkoitettuja työkaluja ja suojaimia. Lisäksi ennen työn aloitusta tulee arvioida tarkkaan jännitteisen kojeiston aiheuttamat vaarat ja kyseeseen työhön liittyvät erityiset riskit. Peruseriaatteena on, ettei tehtaalla tehdä jännitteitä. Kaikki työt tehdään tällöin jännitteettöminä, jolloin kyse on normaalista sähkötyöskentelystä.

Suurin osa tehtaalla käytössä olevista jakokeskuksista täyttää IPXXB-kotelointiluokan vaatimukset. Jakokeskuksissa ei näin ollen ole käytössä jännitetyöalueen ulkorajan

etäisyyttä ja työskentely näissä keskuksissa ei ole jännitetyötä [3, s. 46]. Kuvassa 4 on esimerkki kosketussuojatusta IPXXB-määritelmän täyttävästä keskuksesta ja suojaamattomasta keskuksesta:



Kuva 4. Kosketussuojattu keskus (vas.) ja suojaamaton keskus [7.]

Kosketussuojatussa keskuksessa jännitteiset osat ovat pieniä ja suojattu esimerkiksi horjahtamisen yhteydessä tapahtuvalta tahattomalta kosketukselta. Suojaamattomassa keskuksessa on laajoja jännitteisiä pintoja, joita ei ole suojattu ollenkaan koskettamiselta. Joissakin tehtaissa keskuksissa tulee kiinnittää erityistä huomiota jännitteisiin osiin ja muihin vaaroihin (ks. 4.6).

Jännitetyötä ei myöskään ole eräät jännitteisiin osiin kohdistuvat toimenpiteet. Esimerkkejä jännitteisiin osiin kohdistuvista toimenpiteistä ovat

- IPXXB-kosketussuojatun riviliittimen jälkikiristys
- jännitteeseen osaan kohdistuvat mittaukset
- kahvasulakkeenvaihto.

Toimenpiteitä tehtäessä tulee aina käyttää asianmukaisia työkaluja ja suojavälineitä.

3.5 Sähkötapaturma

Sähkölaitteissa on sähköiskun vaara jännitteen ylittäessä 50 V vaihtojännitteellä ja 120 V tasajännitteellä. Sähköisku voi aiheuttaa tajunnan menetyksen lisäksi pinnallisia ja sisäisiä palovammoja. Lyhyillä kestoajoilla ja virran ylittäessä 50 mA esiintyy sokkivaikutus. Valokaari voi aiheuttaa tilapäisen sokeutumisen.

Jos sähkötapaturma sattuu, auttajan tulee varmistua omasta turvallisuudestaan ja sen jälkeen aloittaa toiminta seuraavassa järjestyksessä:

- Tee nopea tilannearvio ja saata ympäristö turvallisiksi.
- Kytke sähkövirta pois tai irrota loukkaantunut sähköä johtamattoman välineen avulla.
- Tarkista autettavan tila. [8, s. 57.]

Jos autettava menettää tajuntansa, eikä hän ole herätettävissä, tällöin tulee tehdä heti ilmoitus hätänumeroon 112. Ilmoituksen jälkeen tulee aloittaa ensiapu. (Ks. tarkat ohjeet painelu- ja puhalluselvitykseen, liite 1.)

Sokkiin joutunut henkilö tulee asettaa makuulleen jalat kohotettuina. Avun hälyttäminen ja rauhallinen käyttäytyminen ovat tärkeitä. Sokissa oleva tulee pitää lämpimänä ja hänen luotaan ei saa poistua, ellei esimerkiksi avun hankkiminen sitä vaadi.

Sokin nopeasti kehittyviä oireita ovat

- huimaus
- jano
- nopea pienenä tuntuva syke
- kalpea kylmänhikinen iho.

Sähkötapaturmissa on ensisijaista elintoimintojen turvaaminen, tämän takia palovammoja ei yleensä hoideta ensiavussa. Tavallisiin palovammoihin toimii ensiapuna jäähdyttäminen.

Valokaaren aiheuttaessa silmien häikäisyyn voidaan kipua lievittää kylmällä ja kostealla kääreellä. Jatkohoitoon hakeutuminen voi olla tarpeellista.

4 Sähköjakelujärjestelmän esittely

4.1 Sähköjakelujärjestelmän rakenne

Tehtaalle tulee kaksi erillistä sähkönsyöttöä Mäntsälän Sähkön 20 kV:n verkosta. Tehtaalla on kolme keskenään yhtenäistä 2 500 kVA:n jakelumuuntajaa, joilla tehtaan jakeluverkon pääjännite lasketaan 400 V:iin. Suurjännitekojeisto sijaitsee sähkötilan ensimmäisessä kerroksessa. Muuntajien ja suurjännitekojeiston kunnosta vastaa Mäntsälän Sähkö.

Tehtaassa on kolme pääkeskusta ja normaalissa käyttötilanteessa kutakin keskusta syöttää oma jakelumuuntaja (ks. liite 2). Keskukset on mahdollista yhdistää huoltokiskosillalla. Jakelumuuntajat on mitoitettu siten, että käyttämällä huoltokiskosiltaa kaikkien kolmen pääkeskuksen sähkönsyöttö voidaan tarvittaessa hoitaa kahdella muuntajalla.

Pääkeskukset on sijoitettu siten, että PK1 sijaitsee sähkötilan ensimmäisessä kerroksessa ja PK2 ja PK3 ovat toisessa kerroksessa. Pääkeskusten läheisyydessä samassa tilassa sijaitsee myös jokaiselle keskukselle oma loistehon kompensointiparisto.

4.2 Keskuksissa käytettyjen johtimien värit

Tehtaan keskuksissa käytettävät johtimet on värikoodattu niiden käyttötarkoituksen mukaisesti. Taulukossa 1 kerrotaan syötöissä ja ohjauksissa käytettyjen johtimien värit:

Taulukko 1. Keskuksissa käytettyjen johtimien värit

Johdin	Väri
L1	ruskea
L2	musta
L3	harmaa
N	sininen
PE	keltavihreä
1-v. AC L	ruskea
1-v. AC N	sininen
Ohjaus 110 V AC vaihe	punainen
Ohjaus 110 V AC nolla	valkoinen
Ohjaus DC +	violetti
Ohjaus DC - (maadoitettu)	sininen
Ohjaus DC - (maadoittamaton)	keltainen
Lukitus toiselta paneelilta	oranssi

Värien avulla keskuksen johdotuksesta pääsee nopeasti selville, ja eri jännitetasot on helposti tunnistettavissa. Uusissa asennuksissa tulee käyttää oikeanvärisiä johtimia sekaannusten välttämiseksi.

4.3 Keskuksissa käytetyt katkaisijat

Katkaisijoita käytetään sähkövirran katkaisuun. Katkaisija toimii automaattisesti virran ylittäessä katkaisijaan asetetun arvon. Katkaisija voi laueta esimerkiksi oikosulun seurauksena. Aukaisemalla katkaisija voidaan keskus tehdä jännitteettömäksi esimerkiksi huoltotöitä varten.

Pääkeskuksissa ja alemmissa jakokeskuksissa käytetään pääasiassa kahdentyyppisiä katkaisijoita. Lukitsemalla katkaisijoiden käyttökahvat voidaan katkaisijoiden sulkeminen estää.

Pienemmille virroille tarkoitettu katkaisija ABB:n SACE Tmax (kuva 5) on tyypiltään kahvakäyttöinen. Katkaisija ilmoittaa tilansa kahvan asennolla.



Kuva 5. Kahvakatkaisija 630 A:n nimellisvirralle

Katkaisija on suljettu, kun kahva osoittaa punaista. Katkaisijan lauettua kahvan asento vaihtuu osoittamaan keltaista. Katkaisija avataan kääntämällä kahva osoittamaan vihreätä, jolloin kahvan jää vaakasuoraan. Lauennut katkaisija saadaan kuitattua ja suljettua uudelleen kääntämällä katkaisija ensin auki ja sulkemalla se sen jälkeen. Katkaisija voidaan lukita sen auki ollessa kiinnittämällä kahvasta nostettavaan vipuun lukko.

Isoille virroille käytetään SACE Emax -tuoteperheen katkaisijoita (kuva 6, ks. seur. s.). Katkaisijassa on ilmaisimet katkaisijan tilalle ja kytkentäjousen viritykselle. Katkaisijaa ohjataan kahdella käyttöpainikkeella ja kytkentäjousen viritykseen tarkoitetulla vivulla.



Kuva 6. Katkaisija 1 000 A:n nimellisvirralle

Katkaisija saadaan suljettua virittämällä ensin kytkentäjousi. Kun kytkentäjousi on viritettu, valkoinen merkki muuttuu keltaiseksi. Kytin voidaan nyt sulkea vihreällä painikkeella. Katkaisijaa avattaessa kytkentäjousta ei tarvitse erikseen virittää, vaan katkaisija aukeaa aina punaisesta painikkeesta.

Katkaisijan lauettua sininen T.U.Reset-painike nousee ylös. Painike kuitataan takaisin alas painamalla.

4.4 Kompensointiparistot

Kompensointiparistojen tarkoituksena on vähentää sähköverkosta otettavan loistehon määrää. Pääkeskuksiin kytkettyjen kompensointiparistojen koko on 300 kvar + 300 kvar. PK1:ssä kompensointiparisto on kytketty kennoihin 02 ja 03. Sähkötilan toisessa kerroksessa kompensointiparistot on kytketty PK2:sen ja PK3:sen kennoihin 04 ja 08.

Kompensointiparistoon kohdistuvissa töissä tulee olla erityisen tarkkana. Paristoissa on vieras ohjausjännite, ja ohjausjännitteen katkaisu ei poista pääkeskuksilta tulevaa päävirtapiirin syöttöjännitettä. Ohjausjännitteen ja syöttöjännitteen katkaisun jälkeen tulee odottaa vähintään viisi minuuttia, jotta kompensointikondensaattoreihin varastoitunut jännite ehtii purkautua turvalliselle tasolle. Odotusajan jälkeen jännitteen purkautuminen tulee vielä varmistaa mittaamalla. Lopuksi kompensointipariston navat tulee oikosulkea. Jännitteen varautuminen kompensointiparistoihin tulee ottaa huomioon ennen pääkeskuksiin kohdistuvia toimenpiteitä.

4.5 Huoltokiskosilta

Huoltosilta on tarkoitettu käytettäväksi tilanteissa, joissa normaali sähkösyöttö on häiriintynyt (liite 2). Esimerkiksi yhtä päämuuntajaa huollettaessa tai sen vikaantuessa voidaan sillan avulla tehdä toimintaa jatkaa normaalisti kahdella käytössä olevalla muuntajalla. Kun sähkönsyöttö toimii normaalisti, silta tulee kytkeä irti kaikista pääkeskuksista.

Huoltosilta on kytketty PK1:ssä kennostoon 02 ja toisessa kerroksessa sijaitsevien pääkeskusten kennostoihin 04. Sillassa käytetyt katkaisijat ovat Emax-katkaisijoita (ks. 4.2).

4.6 Keskuksissa olevat erityiset riskit

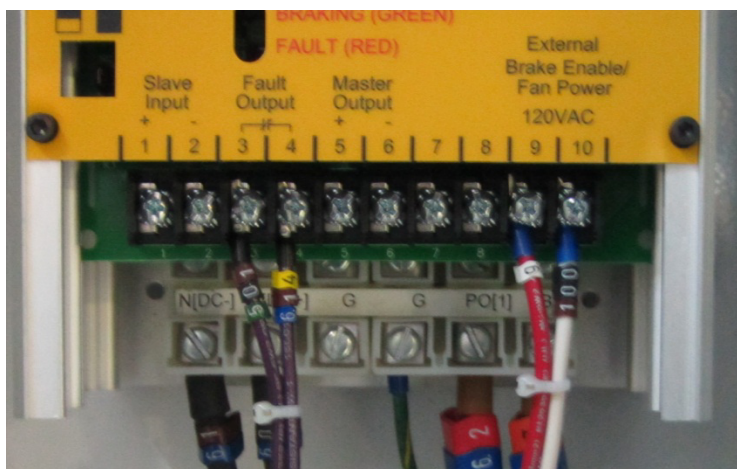
Vaikka suurin osa tehtaalla olevista keskuksista on IPXXB-kosketussuojattuja, on tiettyjä toimenpiteitä tehtäessä hyvä käyttää eristäviä jännitetyökäsineitä. Käytettäessä pihviovirtamittaria voidaan joutua paksuja johtoja taivuttamaan, jotta mittari saadaan paikoilleen. Taivuteltaessa johtoja JT-käsineet suojaavat sähköiskuilta, jos käsi osuu kohtaan,

josta johto on kuorittu. Kuvassa 7 esitetään tilanne, jossa johdon johtimet ovat alttiina tahattomalle kosketukselle. Käsineet suojaavat myös tilanteissa, joissa johdon eriste on vaurioitunut johtoa asennettaessa, tai johtimen säie on jäänyt liittimen ulkopuolelle ja taipunut johdon taakse.



Kuva 7. Paljas jännitteinen kohta johtoliitoksessa

Riviliittimien ruuvinkannat voivat myös olla helposti koskettavissa. Tehtäessä mittauksia tai liittimien kiristystyksiä lähellä tällaisia asennuksia (kuva 8) on hyvä käyttää JT-käsineitä.



Kuva 8. Helposti koskettavissa oleva riviliitin

Osassa keskuksista on käytetty kytkintä (kuva 9), joka keskuksen sisällä ohjaa katkaisijaa metalli tangon välityksellä. Ennen kuin keskuksen ovi voidaan avata, kytkimestä täytyy irrottaa katkaisijaa ohjaava tanko.



Kuva 9. Keskuksessa käytetty kytkin

Kun ovi suljetaan, tangon tulisi lukkiutua takaisin kytkimeen. Tanko voi kuitenkin mennä ohi, jolloin kytkin ei enää ohjaa katkaisijaa. Jos kytkin käännettäessä tuntuu kevyeltä, tanko on todennäköisesti pois paikaltaan, ja kytkimen asento ei vaikuta kojeiston tilaan. Kun keskuksen ovea suljetaan, tulee varmistua tangon lukkiutumisesta oikein kytkimeen.

5 Kytkentäsuunnitelmat eri tilanteisiin

Kytkennoissä käytettyjen toimilaitteiden tunnuksat on merkitty tehtaan jakelukaavioon (liite 2). Sekaannusten välttämiseksi kannattaa kiinnittää huomiota, että osalle jakelukaavioon merkityistä katkaisijoista on annettu sama tunnus. Esimerkiksi pääkeskusten pääkatkaisijat on kaikki tunnuksella Q1.

5.1 Jakelumuuntajan huolto

Jos jakelumuuntaja on tarkoitus ottaa huoltoon tehtaan sähkönsyötön keskeytymättä välillä, sähkönsyöttö huollettavaa muuntajaa vastaavaan pääkeskukseen tulee varmistaa ennen muuntajan jännitteettömäksi tekoa. Huollon aikana sähkönsyöttö tapahtuu kahdella jäljelle jäävällä muuntajalla ja huoltokiskosillalla.

Huoltokiskosilta otetaan käyttöön kytkemällä se ensin huollettavaa muuntajaa vastaavaan pääkeskukseen. Esimerkiksi huollettaessa muuntajaa T1 kytketään huoltosilta PK1:seen katkaisijalla Q2. Seuraavaksi huoltosiltaan kytketään jäljelle jääneet pääkeskukset käyttäen keskusten katkaisijoita Q2. Tehtaan kuormitus on nyt jakautunut tasaisesti kaikkien kolmen muuntajan välille.

Huollettavan muuntajan sähkönsyötön katkaisu aloitetaan avaamalla muuntajaa vastaavassa pääkeskuksessa pääkytkin Q1. Pääkytkin sijaitsee keskusten kennossa 01. Pääkytkin on avaamisen jälkeen lukittava. Lopuksi jakelumuuntaja tehdään jännitteettömäksi avaamalla suurjännitekojeistossa muuntajaa vastaava katkaisija. Esimerkiksi huollettaessa muuntajan T1 avattava katkaisija sijaitsee suurjännitekojeiston kennossa H05. (Ks. tarkistuslista muuntajien huoltoa varten, liite 3.)

5.2 Pääkeskuksen huolto

Ennen pääkeskukseen kohdistuvien huoltotoimenpiteiden aloittamista on keskus tehtävä jännitteettömäksi. Keskuksesta saadaan katkaistua jännite pääkytkimellä Q1. Lisäksi on tarkistettava huoltosiltakiskoston katkaisijan Q2 asento. Molemmat katkaisijat on lukittava auki-asentoon. Pääkeskuksia huollettaessa tulee ottaa huomioon keskuksiin liitetyt kompensointiparistot. Kompensointiparistoista tulee kytkeä pois ohjausjännite, minkä jälkeen pääkeskuksessa oleva paristojen katkaisija voidaan aukaista ja lukita.

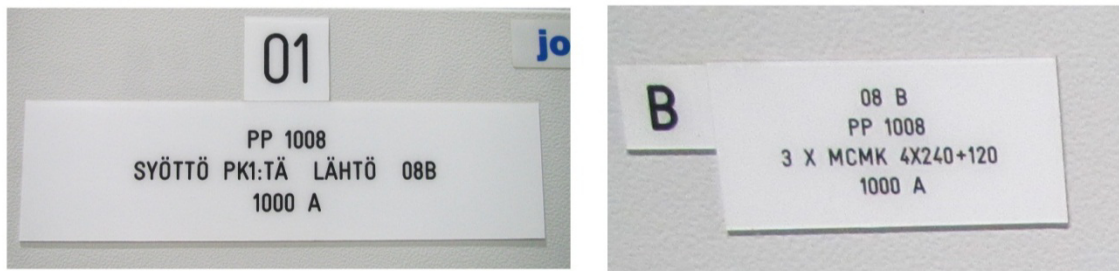
Huollon ajaksi keskus tulee työmaadoittaa. Keskuksissa on ohjausjännitteellä toimiva maadoituskytkin. Maadoituskytkin voidaan ohjata kiinni vasta ohjausjännitteen kytkemisen jälkeen. Huollon aikana maadoituskytkin tulee olla lukittuna kiinni-asentoon ja ohjausjännite poistettuna. (Ks. tarkistuslista pääkeskusten huoltoa varten, liite 4.)

5.3 Muiden jakokeskusten ja kulutuskojeiden huolto

Huollettaessa pääkeskuksen jälkeen tulevia nousu- ja ryhmäkeskuksia, tulee noudattaa annettuja jännitteettömäksi teon ohjeita (ks. 3.3). Keskukset on hyvä työmaadoittaa huollon ajaksi, vaikka keskuksen nimellisvirta olisi alle 1 000 V. Kulutuskojeita huollettaessa on muistettava käyttää katkaisijoissa lukituksia ja varmistuttava kojeen jännitteettömyydestä.

5.4 Siirrettävän työmaadoituslaitteen kytkentä

Siirrettävää työmaadoituslaitetta säilytetään sähkötilojen ensimmäisessä kerroksessa. Ennen maadoituslaitteen asentamista maadoitettavasta keskuksesta katkaistaan jännite (ks. 4.3). Jännite tulee katkaista myös pääkeskuksessa sijaitsevasta keskuksen syöttöstä. Keskusta syöttävä pääkeskuksen kenno (kuva 10) on merkitty keskuksen nimikilpeen.



Kuva 10. Kilvet nousukeskuksessa (vas.) ja keskusta syöttävässä pääkeskuksen kennossa

Jännitteettömyyden toteamiseen käytettävän mittarin toiminta tulee tarkistaa ennen keskuksen jännitteiden mittausta. Poistettaessa kosketussuojia ja suoritettaessa mittauksia tulee käyttää sähköiskulta suojaavia JT-käsineitä. Keskuksen jännitteettömyys todetaan mittaamalla kaikki vaiheiden väliset jännitteet. Vaiheiden jännitteet tulee mitata myös suhteessa nollajohtimeen ja suojamaahan (kuva 11).



Kuva 11. Jännitteettömyyden tarkistaminen

Maadoituslaitteen kytkennässä käytetään eristävää kiinnityssauvaa. Kiinnitettäessä työmaadoitinta sauvan avulla on sauvasta pidettävä kiinni sauvaan merkityn kohdan takaa. Kuvassa 12 esitetään sauvan käyttö työmaadoitusta kiinnitettäessä:



Kuva 12. Työmaadoituslaitteen kiinnittäminen eristävällä sauvalla

Työmaadoituslaite kiinnitetään ensin maadoitusjohtimeen ja lopuksi vaihejohtimiin. Kun työmaadoituslaite on paikoillaan, se kytkee vaihejohtimet keskenään yhteen maadoitusjohtimen kanssa (kuva 13):



Kuva 13. Työmaadoitettu keskus

6 Yhteenveto

Ohjeistuksen avulla lukija saa hyvän yleiskuvan tehtaan sähkönjakelujärjestelmästä. Ohjeistuksessa kerrottuja toimintamenetelmiä noudattamalla saavutetaan sähkötyökentelyssä hyvä turvallisuustaso. Tuntemalla keskusten rakenne on helpompi välttää keskuksissa olevat sähköturvallisuusriskit.

Ohjeistuksessa annetut vaihekohtaiset ohjeet jakelujärjestelmän huoltoon helpottavat huoltotoimenpiteiden suunnittelua ja toteutusta. Käyttämällä tarkistuslistoja kaikki vaiheet tulee käytyä läpi oikeassa järjestyksessä.

Ohjeistuksessa käsitellään tehtaan toimintaympäristöä sellaisena, kuin se kirjoitusheikellä on. Asennettaessa uusia laitteita tai muutettaessa sähkönjakelujärjestelmän rakennetta, ohjeistuksen päivittäminen voi olla tarpeellista. Myös muuttuvat sähköturvallisuuksimääräykset ja -ohjeet saattavat aiheuttaa tarpeen ohjeistuksen täydentämiseen tai muokkaamiseen. Jos tehtaalla kehitetään uusia hyväksi todettuja toimintatapoja, ne on hyvä kirjata ohjeistukseen. Kun ohjeistusta pidetään ajantasaisena, siitä saadaan koottua kattava tietopaketti, jota on hyvä käyttää uusien työntekijöiden perehdyttämiseen.

Lähteet

- 1 Sähköturvallisuuslaki. 1996. Verkkodokumentti. Lainsäädäntö.
<<http://plus.edilex.fi/tukes/fi/lainsaadanto/19960410>>. Luettu 22.3.2014.
- 2 Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös sähköalan töistä. 1996. Verkkodokumentti. Lainsäädäntö. < <http://plus.edilex.fi/tukes/fi/lainsaadanto/19960516>>. Luettu 22.3.2014.
- 3 Suomen Standardisoimisliitto SFS ry. 2005. SFS 6002 Sähkötyöturvallisuus.
- 4 Mäkinen, Pertti. 2010. SFS 6002 käytännössä. Espoo: Sähköinfo Oy.
- 5 Työturvallisuuslaki. 2002. Verkkodokumentti. Lainsäädäntö.
<<http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2002/20020738>>. Luettu 28.12.2013.
- 6 Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös sähkölaitteistojen käyttöönotosta ja käytöstä. 1996. Verkkodokumentti. Lainsäädäntö.
<<http://plus.edilex.fi/tukes/fi/lainsaadanto/19960517>>. Luettu 22.3.2014.
- 7 Hallamäki, Martti. 2013. Verkkodokumentti. Jännitetyöt.
<[www.hallamaki.fi/Dokumentit/Jannitetyot SFS 6002 2.painos mukaan.pdf](http://www.hallamaki.fi/Dokumentit/Jannitetyot%20SFS%206002%202.painos%20mukaan.pdf)>. Luettu 11.3.2014.
- 8 Tiainen, Esa. 2013. D1-2012. Espoo: Sähköinfo Oy.

Elvytys sähkötapaturman jälkeen



Punainen Risti

2011

Painelu-puhalluselvytys (PPE) on elottoman aikuisen ensiapu

Kun henkilö menettää äkillisesti tajuntansa, toimi näin:



1. Saatko henkilön hereille?

Herättele häntä puhuttelemalla ja ravistelemalla.

Henkilö ei herää.



2. Soita hätänumeroon 112.

Voit myös huutaa apua ja pyytää paikalla olevia tekemään hätäilmoitus numeroon 112. Hätäkeskuksen antamia ohjeita tulee noudattaa.

Käännä tämän jälkeen autettava selälleen, ja selvitä hengittääkö hän normaalisti?



3. Avaa hengitystie.

Ojenna autettavan pää leuan kärjestä nostamalla ja toisella kädellä otsasta painamalla. Samalla **katso, kuuntele ja tunnustele hengitystä**. Liikkuuko rintakehä? Kuuluuko hengityksen ääni? Tuntuuko ilman virtaus poskellasi? Arvio onko hengitys normaalia, epänormaalia tai hengitys puuttuu. Mikäli epäroit, toimi kuin hengitys ei olisi normaalia.

Hengitys ei ole normaalia tai se puuttuu.



4. Aloita paineluelvytys.

Aseta kämmenesi tyviosa keskelle autettavan rintalastaa ja toinen kätesi rintalastalla olevan käden päälle. Sormet ovat limittäin. Paina suorin käsivarsin kohtisuoraan alaspäin 30 kertaa siten, että rintalasta painuu 5 - 6 cm. Anna rintakehän palautua paineluiden välissä. Keskimääräinen painelutiheys on 100 kertaa minuutissa, eikä ylitä 120 kertaa minuutissa. Laske painelut ääneen.



5. Puhalla 2 kertaa.

Avaa hengitystie. Aseta suusi tiiviisti autettavan suun päälle ja sulje sormillasi hänen sieraimensa. Puhalla rauhallisesti ilmaa autettavan keuhkoihin. Puhalluksen aikana katso, että autettavan rintakehä nousee (liikkuu).

Toista puhallus. Kahden puhalluksen kesto on 5 sekuntia.

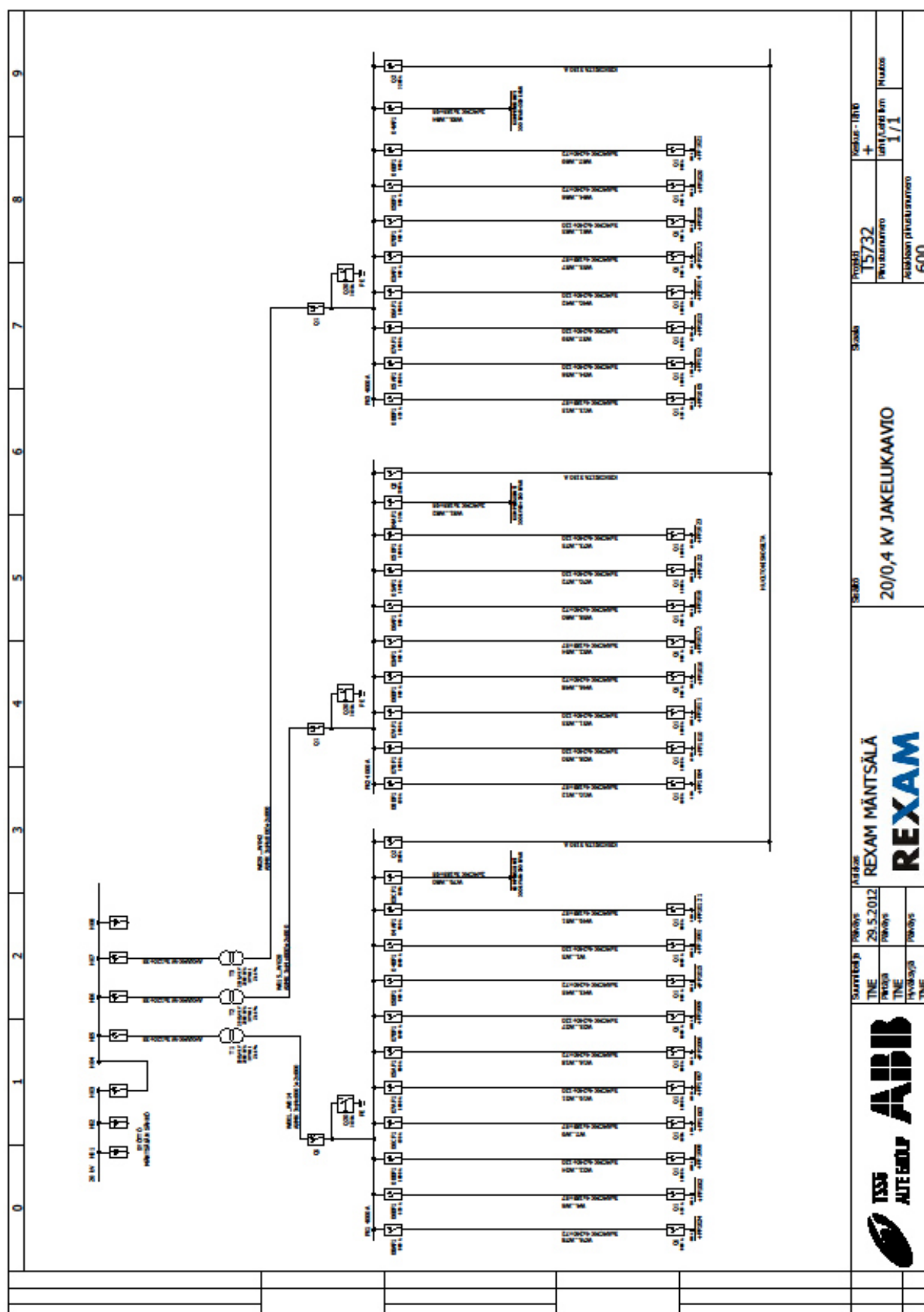
6. Jatka elvytystä tauotta rytmillä 30:2,

kunnes autettava herää: liikkuu, avaa silmänsä ja hengittää normaalisti, ammattihenkilöt antavat luvan lopettaa tai voimasi loppuvat.

[Aikuisen elvytysohjeet. 2011. Verkkodokumentti. Elvytys.

<<http://www.punainenristi.fi/ensiapuohjeet/elvytys>>. Luettu 28.12.2013.]

Tehtaan jakelukaavio



Tarkistuslista päämuuntajan huoltoon

Huollettava muuntaja T1

Kuittaus	Työvaihe	Toiminto	Katkaisija	Keskus	Kenno	Toiminnan selostus
	1.	Sulje	Q2	PK1	02	Kytkee huoltosillan keskukseen PK1.
	2.	Sulje	Q2	PK2	04	Kytkee huoltosillan keskukseen PK2.
	3.	Sulje	Q2	PK3	04	Kytkee huoltosillan keskukseen PK3.
	4.	Avaa	Q1	PK1	01	Poistaa keskuksen PK1 syötön pääkatkaisijan Q1 kautta.
	5.	Avaa	Suurjännitekatkaisija	Suurjännite	H05	Poistaa muuntajan T1 syötön.

Huollettava muuntaja T2

Kuittaus	Työvaihe	Toiminto	Katkaisija	Keskus	Kenno	Toiminnan selostus
	1.	Sulje	Q2	PK2	04	Kytkee huoltosillan keskukseen PK2.
	2.	Sulje	Q2	PK3	04	Kytkee huoltosillan keskukseen PK3.
	3.	Sulje	Q2	PK1	02	Kytkee huoltosillan keskukseen PK1.
	4.	Avaa	Q1	PK2	01	Poistaa keskuksen PK2 syötön pääkatkaisijan Q1 kautta.
	5.	Avaa	Suurjännitekatkaisija	Suurjännite	H06	Poistaa muuntajan T2 syötön.

Huollettava muuntaja T3

Kuittaus	Työvaihe	Toiminto	Katkaisija	Keskus	Kenno	Toiminnan selostus
	1.	Sulje	Q2	PK3	04	Kytkee huoltosillan keskukseen PK3.
	2.	Sulje	Q2	PK2	04	Kytkee huoltosillan keskukseen PK2.
	3.	Sulje	Q2	PK1	02	Kytkee huoltosillan keskukseen PK1.
	4.	Avaa	Q1	PK3	01	Poistaa keskuksen PK3 syötön pääkatkaisijan Q1 kautta.
	5.	Avaa	Suurjännitekatkaisija	Suurjännite	H07	Poistaa muuntajan T3 syötön.

Tarkistuslista pääkeskuksen huoltoon

Huollettava keskus PK1

Kuittaus	Työvaihe	Toiminto	Katkaisija	Kenno	Toiminnan selostus
	1.	Aukaise	Q1	01	Erotaa keskuksen muuntajalta tulevasta syötöstä pääkytkimen avulla.
	2.	Aukaise	Q2	02	Huoltosillan tulisi olla valmiiksi pois kytkettynä, mutta katkaisijan asento on tarkistettava.
	3.	Kytke ohjausjännite keskuksen kompensointiparistoista pois.			Estää kompensointiparistojen säätäjää kytkemästä kondensaattoreita.
	4.	Aukaise	Kompensointi	02	Erotaa varautuneet kondensaattorit pääkeskuksesta.
	5.	Aukaise	Kompensointi	03	Erotaa varautuneet kondensaattorit pääkeskuksesta.
	6.	Sulje	Maadoituskytkin	01	Maadoittaa keskuksen.

Huollettava keskus PK2 tai PK3

Kuittaus	Työvaihe	Toiminto	Katkaisija	Kenno	Toiminnan selostus
	1.	Aukaise	Q1	01	Erotaa keskuksen muuntajalta tulevasta syötöstä pääkytkimen avulla.
	2.	Aukaise	Q2	04	Huoltosillan tulisi olla valmiiksi pois kytkettynä, mutta katkaisijan asento on tarkistettava.
	3.	Kytke ohjausjännite keskuksen kompensointiparistoista pois.			Estää kompensointiparistojen säätäjää kytkemästä kondensaattoreita.
	4.	Aukaise	Kompensointi	04	Erotaa varautuneet kondensaattorit pääkeskuksesta.
	5.	Aukaise	Kompensointi	08	Erotaa varautuneet kondensaattorit pääkeskuksesta.
	6.	Sulje	Maadoituskytkin	01	Maadoittaa keskuksen.